

First Page - WINDOWS, Document: JP8041521

## ===== WPI =====

TI - Removal of ladle slag - by regulating residual oxygen@ in melt, adding lime nitrogen, reacting oxygen@ in slag with carbon in flux, foaming slag and tilting ladle

AB - J08041521 Ladle slag is removed by receiving a refined steel melt into a ladle, regulating residual oxygen in the melt to be at least 100 ppm, adding lime nitrogen having C source from above the melt, reacting oxygen in the steel or in slag with C in the flux, forming fine CO bubbles to foam the slag, and tilting the ladle for overflowing the foamed slag from the upper edge of the ladle.

- USE - For efficiently discharging slag on ladle steel melt surface that causes product defects.

- (Dwg.0/1)

PN - JP8041521 A 19960213 DW199616 C21C7/00 004pp

PR - JP19940181380 19940802

PA - (YAWA ) NIPPON STEEL CORP

MC - M24-C

DC - M24

IC - C21C5/28 ;C21C7/00

AN - 1996-157404 [16]

## ===== PAJ =====

TI - REMOVAL OF SLAG IN LADLE

AB - PURPOSE:To efficiently discharge slag by increasing the apparent slag vol.

- CONSTITUTION:Molten steel 1 refined with a converter and an electric furnace is received into a ladle 2 and the remained oxygen in the molten steel 1 adjusted to g 100ppm and lime nitrogen having carbon source is added as a foaming agent 4 from the upper part of the molten steel. Oxygen in the steel or in the slag and carbon in the lime nitrogen are reacted and fine CO bubbles are formed to make the slag 3 foaming. Successively, the ladle 2 is tilted and the foamed slag 5 on the molten steel surface is discharged from the upper ridge of the ladle 2 as overflow state.

PN - JP8041521 A 19960213

PD - 1996-02-13

ABD - 19960628

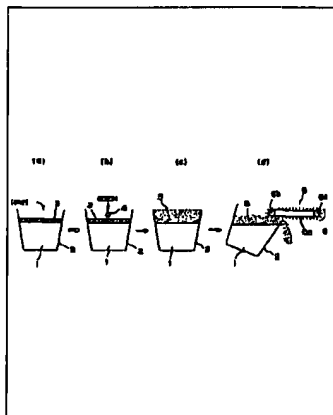
ABV - 199606

AP - JP19940181380 19940802

PA - NIPPON STEEL CORP

IN - FURUTA HITOSHI

I - C21C7/00 ;C21C5/28



&lt;First Page Image&gt;

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-41521

(43) 公開日 平成8年(1996)2月13日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 1 C	7/00	J		
	5/28	C		

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平6-181380

(22) 出願日 平成6年(1994)8月2日

(71) 出願人 000006655

新日本製鐵株式会社

東京都千代田区大手町2丁目6番3号

(72) 発明者 古田 仁司

福岡県北九州市戸畑区飛幡町1番1号 新

日本製鐵株式会社八幡製鐵所内

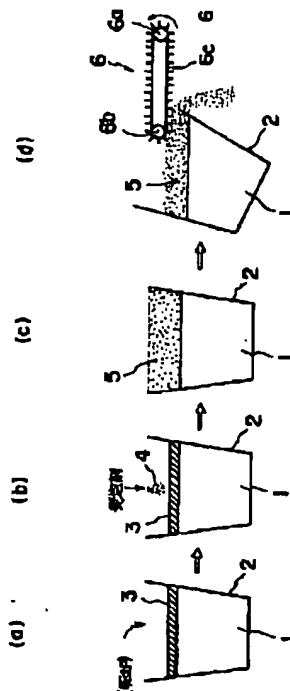
(74) 代理人 弁理士 小堀 益

(54) 【発明の名称】 取鍋スラグ除去方法

(57) 【要約】

【目的】 見掛けのスラグ容量を増加させて効率的にスラグを排出すること。

【構成】 転炉、電気炉で精錬された溶鋼1を取鍋2に受鋼し、溶鋼中残存酸素を100ppm以上に調整し、溶鋼の上方より炭素源を有する石灰窒素を発泡剤4として添加し、鋼中あるいはスラグ中の酸素と石灰窒素の炭素を反応させ微細CO気泡を形成させてスラグをフォーミングさせ、取鍋2を傾斜させ、溶鋼面上のフォーミング・スラグ5を取鍋1の上縁からオーバーフロー状に排出させる。



(2)

特開平8-41521

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 精錬された溶鋼を取鋼に受鋼し、溶鋼中残存酸素を100ppm以上に調整し、溶鋼の上方より炭素源を有する石灰窒素を添加し、鋼中あるいはスラグ中の酸素と前記フラックス中の炭素を反応させ微細CO気泡を形成させてスラグをフォーミングさせ、取鋼を傾斜させ、溶鋼面上のフォーミング・スラグを取鋼の上縁からオーバーフロー状に排出させる取鋼スラグ除去方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、製鋼操業を実施するに際して製品欠陥の原因となる取鋼溶鋼面上のスラグを効率的に排出する方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 転炉、電気炉などで精錬した場合に発生するスラグは、二次精錬における介在物の原因あるいは復燃、復硫の原因となり製品欠陥を招く。このため、この取鋼溶鋼面上のスラグは取り除く必要がある。

【0003】 そこで、従来からスラグ排出のために種々の検討が行われており、機械的にスラグを掻き出すドラッガー排滓法、あるいは、空気の高圧によりスラグを吸引するスラグ吸引法などが提案されている。

【0004】 たとえば、特開昭61-246305号公報は、ドラッガー排滓法の一例を示しており、同公報には、溶融金属を収容した取鋼を所定角度に傾斜させ、浸漬ランスを溶湯に浸漬させてガス吹込みを行って取鋼内の溶融金属に旋回流を形成し、取鋼の一端にスラグを集積させ、スラグ掻出し装置を回転させて連続してスラグ排出を実施する溶融金属のスラグ除去装置が開示されている。

【0005】 また、特開昭61-165587号公報は、スラグ吸引法の一例を示しており、同公報には、気体吹込ノズルから高速流体導管に高速気体を流すことによって導管内の高圧を用いて、スラグ上に位置したスラグ吸引管で取鋼スラグを吸引除去するスラグ吸引装置が開示されている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記特開昭61-246305号公報に記載の装置においては、スラグ排出設備として浸漬ランスおよびスラグ掻出し装置を要するため設備コストが高くなるという問題がある。また、スラグ排出量を増加させるためには溶鋼自体も排出させることになるため、溶鋼歩留が悪化するという問題がある。また、スラグは回転するパドル状の掻出し板により連続的に排出されるが、転炉など一次精錬設備から取鋼への流出スラグは、その厚みが30mm～60mm程度であり比較的薄いので、上述した機械的な排滓法では1枚の掻出し板当たりの排出量に限度があ

2

り、また、回転速度にも限度があるので、効率が悪いという問題がある。すなわち、この機械的にスラグを排出する方法は排出能力が低く、またスラグの排出に長時間を要するため、溶鋼の温度低下を招くという不都合がある。

【0007】 また、特開昭61-165587号公報に記載のスラグ吸入設備は、負圧を発生させるための特別な機構を必要とするので設備費が高く、また、スラグ流動性が悪い場合はスラグ排出効果が低いという問題がある。また、スラグ排出効果を強化することを目的として、スラグ吸入管を溶鋼面直上まで低下させた場合は、吸入管の溶融、あるいは地金付きが発生し、溶鋼吸い込みによる溶鋼歩留の悪化と処理時間延長に伴う溶鋼温度の低下が発生するという問題がある。

【0008】 そこで本発明は、見掛けのスラグ容量を増加させて効率的にスラグを排出することを目的とする。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】 転炉、電気炉などの一次精錬で溶製した溶鋼を、未脱酸出鋼あるいは二次精錬で酸素負荷を行い、溶鋼残存酸素を所定値に制御する。そして、スラグ排出場所で取鋼スラグ上に炭素源を有する石灰窒素を添加し、鋼中あるいはスラグ中の酸素と石灰窒素の炭素を反応させ微細CO気泡を形成させてスラグをフォーミングさせ、溶鋼を傾斜させ溶鋼面上のフォーミング・スラグをオーバーフロー状に排出させる。

【0010】 この際、フォーミング・スラグをドラッガー排滓機を用いて除去すると更に効率は向上する。

【0011】 本発明の方法は、溶鋼酸素と添加フラックスとのガス化反応( $C+O \rightarrow CO$ )によるスラグ・フォーミングを利用したものであり、反応時間は短く、また、 $C+O \rightarrow CO$ は発熱反応であり温度降下も抑制される。

【0012】 発泡剤として使用するフラックスは、石灰窒素などの炭素源を有する溶鋼より比重が小さく、スラグとはほぼ同等の比重を有したものであり、スラグ中に混在する特性のものが必要である。

【0013】 なお、コークス粉などでは、スラグとの濡れ性が悪い炭素が、発生したCO気泡を合体・破泡するため、微細気泡の形成が困難であり当初目的を達成できない。

## 【0014】

【作用】 本発明においては、排出すべきスラグの物性を考慮し、スラグ自体の物性を排滓に適したものとして排滓効率を改善する。

【0015】 本発明によるスラグ除去の作業フローを図1に示す。

【0016】 転炉、電気炉などで酸化精錬された溶鋼1を取鋼2に受鋼し（同図(a)参照）、溶存酸素100ppm以上でスラグの比重と同等の石灰窒素を、上方あるいはスラグ3中に発泡剤4として添加する（同図

50

(3)

特開平8-41521

3

(b) 参照)。溶存酸素の濃度は、一次精錬で溶製した溶鋼を、未脱酸出鋼あるいは二次精錬で酸素負荷を行なうことにより調整する。

【0017】スラグと混合した石灰窒素は、 $\text{CaCN} \rightarrow \text{CaO} + \text{CO} + 1/2\text{N}_2$  なる分解反応でガスを発生する。この反応は、スラグ3と100ppm以上の溶存酸素を有する溶鋼1の界面で優先的に進行して微細なCO気泡を形成して取鍋スラグをフォーミングさせる。これにより、見掛け比重の小さいフォーミング・スラグ5となり、スラグの容量が増加する(同図(c)参照)。たとえば、処理前のスラグ厚60mmが3~10倍程度まで増加する。なおこのとき、溶存酸素が100ppmよりも少ない場合には、CaCNの分解反応で生成するCとのCO反応が不良となるためスラグフォーミングが充分なされず、添加したCaCNの溶鋼への溶け込みで溶鋼中の[C]と[N]が高くなるという不都合がある。

【0018】次に、取鍋2を傾けることにより(同図(d)参照)、溶鋼面上のフォーミング・スラグ5は、取鍋2の上縁からオーバーフロー状に排出される。このとき、スラグの厚みは、元の厚みに比べて厚くなっている。溶鋼面の高さと同オーバーフロー側の取鍋2の上\*

発泡剤の比較

	石灰窒素		コークス粉		$\text{CaCO}_3$	
スラグ・フォーミング	×	○	×	△	×	×
溶存酸素 ppm	<50	>100	<50	>100	<50	>100
備考			スラグ濡れ性での破泡効果あり		比重小 ガス発生量小	

【表2】

試験結果

	本発明	ドラッガー排滓機
処理前スラグ厚	60mm	55mm
処理後スラグ厚	~10mm	20~30mm
歩留	99.96%~	平均 99.6%~
成品T.O(ppm)	15ppm	平均 32ppm

表1から判るように、石灰窒素を添加し、且つ、溶鋼中の溶存酸素を100ppm以上とした場合には、スラグを良好にフォーミングさせることができたが、それ以外の場合には、良好なスラグ・フォーミングは実現できなかった。

【0023】コークス粉を添加した場合、溶鋼中の溶存酸素を100ppm以上とした場合には、気泡は発生するが、コークス粉とスラグの濡れ性が悪く、CO気泡が合体して大きな泡となったり、泡が壊れたりするため、スラグ・フォーミングに必要な微細気泡の形成が困難である。

4

\* 縁との距離が同じであるとする、フォーミングされないスラグを排出する場合に比較して、排出されるスラグの割合が増加する。このようにスラグの容量が増加した状態でスラグを排出することにより、排滓効率を高めることができる。

【0019】また、フォーミング・スラグ5を、駆動ロール6aと従動ロール6bに巻かれた無端ベルト6c上に多数の掻取り板6dが設けられようドラッガー排滓機6を使用して排出すれば、更に効率的に排滓できる。すなわち、掻き取り板6dの大部分の面積を使用してスラグを排出することができるので、掻き取り板6dの1枚当たりの排出量を増やすことができる。

【0020】

【実施例】発泡剤として石灰窒素を溶鋼に添加した場合の試験結果を表1に示す。また、比較例として、コークス粉と $\text{CaCO}_3$ をそれぞれ添加した場合の試験結果も示す。

【0021】また、本発明の効果を表2に示す。

【0022】

【表1】

40※【0024】また、 $\text{CaCO}_3$ を添加した場合、その比重がスラグに比べて小さいため、 $\text{CaCO}_3$ の上方に偏在するため溶鋼からの熱を充分受けることができず、溶鋼中の溶存酸素を100ppm以上とした場合でも、COガスの発生量が少ない。

【0025】上述の試験結果から判るように、発泡剤としては、スラグ物性に近く、コークス粉のような破泡効果がなく、ガス発生量の大きい石灰窒素が最も良好であることが判る。

【0026】

※50 【発明の効果】本発明は、スラグ中に発泡剤を添加して

(4)

特開平8-41521

5

6

見掛けのスラグ量を増加させた状態で取鍋を傾動させてスラグを排出しているので以下の効果を奏する。

【0027】(1) 取鍋内の精錬スラグの排滓を特別な排滓設備なしに効率的に行なうことが可能となる。

【0028】(2) 取鍋内の精錬スラグ排滓を迅速に、溶鋼ロスなく、且つ温度降下なしに行なうことが可能となる。

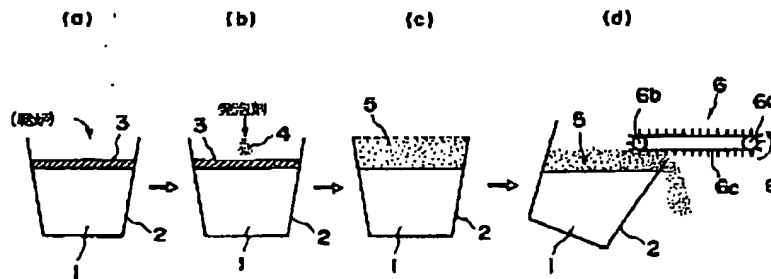
【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明によるスラグ除去の作業フローを示す図である。

【符号の説明】

1…溶鋼、2…取鍋、3…スラグ、4…発泡剤、5…フォーミング・スラグ、6…ドラッガー排滓機

【図1】



(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 0 829 545 A1**

(12)

**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:

18.03.1998 Bulletin 1998/12

(51) Int Cl.<sup>6</sup>: **C21C 5/54, C21C 5/52**(21) Numéro de dépôt: **97401961.4**(22) Date de dépôt: **21.08.1997**

(84) Etats contractants désignés:

**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC  
NL PT SE**(30) Priorité: **12.09.1996 FR 9611120**

(71) Demandeurs:

- **USINOR SACLOR Société Anonyme**  
**92800 Puteaux (FR)**
- **UGINE SAVOIE**  
**F-73403 Ugine Cédex (FR)**

(72) Inventeurs:

- **Gulliot, Yves**  
**73400 Ugine (FR)**

- **Descaves, Frédéric**  
**62330 Mollingham (FR)**
- **Sollier, Luc**  
**73600 Moutiers (FR)**
- **Bletton, Olivier**  
**73400 Ugine (FR)**

(74) Mandataire: **Ventavoll, Roger**  
**USINOR,**  
**Direction Propriété Industrielle,**  
**Immeuble "La Pacifico",**  
**La Défense,**  
**11/13 Cours Valmy,**  
**TSA 10001**  
**92070 La Défense (FR)**

(54) **Procédé pour réaliser un laitier moussant au-dessus d'un acier inoxydable en fusion dans un four électrique**

(57) Procédé pour réaliser un laitier moussant au-dessus d'un acier inoxydable en fusion dans un four électrique caractérisé en ce que:

- on introduit dans le laitier, une poudre, contenant dans sa composition au moins un l'oxyde métallique

et du carbone,

- on réduit au moins un oxyde contenu dans la poudre par la réaction de celui-ci avec le carbone pour former, dans le laitier des bulles composées essentiellement du métal à l'état gazeux de l'oxyde métallique et de monoxyde de carbone, les bulles contenues dans le laitier générant un laitier sous la forme d'une mousse stable.

**EP 0 829 545 A1**

1

EP 0 829 545 A1

2

**Description**

La présente invention concerne un procédé pour réaliser un laitier moussant au-dessus d'un acier inoxydable en fusion dans un four électrique.

Dans le domaine de la fusion des aciers inoxydables en four électrique, la charge du four du type ferrailles, chutes, ferro alliages, est transformée en métal liquide grâce à la génération d'arcs électriques entre des électrodes du four et ladite charge.

L'élaboration de l'acier génère des produits résiduels comme des poussières récupérées par les dépoussiéreurs, dont environ 90% sont recyclés sous forme de boulets réintroduits dans le four électrique, les 10% restant, contenant trop d'oxyde de zinc, sont actuellement stockés. Le laitier est éliminé après fusion.

Dans le domaine de la fusion des aciers non inoxydables, le principe du laitier moussant est basé sur la réduction de l'oxyde de fer contenu dans le laitier utilisé. La réduction de l'oxyde de fer est effectuée par injection, dans le four, de poudre de carbone, réduction qui génère du monoxyde de carbone. Les bulles de monoxyde de carbone piégées dans le laitier en fusion font mousser celui-ci et augmente de façon conséquente son volume. Le laitier sous forme de mousse enrobe l'extrémité de l'électrode et protège du rayonnement électrique les réfractaires, ce qui permet une économie, sur la consommation de l'électrode, sur la consommation électrique, sur la consommation des réfractaires.

Dans le cas de la fusion des aciers inoxydables, le laitier n'est pas assez riche en oxyde de fer et, de ce fait, le principe du laitier moussant utilisé dans l'élaboration des aciers non inoxydables n'est plus applicable.

Le but de l'invention est de proposer un procédé pour générer un laitier moussant contrôlé et stable au-dessus d'un acier inoxydable en fusion, dans un four électrique, en modifiant le laitier de façon à créer un moussage dans ledit laitier.

L'invention a pour objet un procédé pour réaliser un laitier moussant au-dessus d'un acier inoxydable en fusion dans un four électrique caractérisé en ce que :

- on introduit dans le laitier, une poudre, contenant dans sa composition au moins un l'oxyde métallique et du carbone,
- on réduit au moins un oxyde contenu dans la poudre par la réaction de celui-ci avec le carbone pour former, dans le laitier des bulles composées essentiellement du métal à l'état gazeux de l'oxyde métallique et de monoxyde de carbone, les bulles contenues dans le laitier générant un laitier sous la forme d'une mousse stable.

Les autres caractéristiques de l'invention sont :

- l'oxyde métallique est de l'oxyde d'un élément volatil,
- l'oxyde métallique est choisi parmi l'oxyde de zinc,

l'oxyde de plomb.

- au moins une partie de la poudre est issue de poussières générées par le four électrique d'élaboration de l'acier.
- la poudre est introduite par injection sous un fluide sec.
- le fluide est choisi parmi l'azote, l'argon.

La description qui suit fera bien comprendre l'invention.

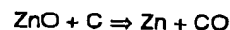
La présente invention concerne un procédé pour réaliser un laitier moussant au-dessus d'un acier inoxydable en élaboration, dans un four électrique.

Selon l'invention il est introduit dans le four d'élaboration de l'acier inoxydable et dans le laitier, un oxyde métallique et du carbone, sous forme d'une poudre, oxyde métallique qui par sa réduction avec le carbone, forme d'une part, un gaz de l'élément métallique de l'oxyde et d'autre part, du monoxyde de carbone, les bulles générées par ces gaz, piégées dans le laitier, générant un laitier sous forme de mousse stable.

Selon l'invention la poudre contient dans sa composition de l'oxyde de zinc. La poudre est constituée de poussières de four électrique fortement zinguées résultant de l'enrichissement progressif en ZnO desdites poussières au cours de leur recyclage dans l'aciérie.

L'usage des poussières de four électrique, fortement zinguées, permet l'utilisation d'un co-produit issu de l'élaboration de l'acier inoxydable. L'élément zinc de l'oxyde de zinc utilisé de préférence, participe à la formation du bullage puisque à la température du laitier le zinc est à l'état gazeux.

L'oxyde de zinc est réduit par le carbone pour donner le zinc gazeux et du monoxyde de carbone qui tout deux vont provoquer le moussage du laitier suivant la réaction:



Dans un exemple d'application, on injecte, dans le four électrique, au moyen d'une machine à injecter, de 500 Kg à 1000 Kg de poudre fortement zinguée. Le fluide d'injection est de préférence de l'azote pour éviter les risques d'explosion du fait de l'humidité de l'air.

Selon l'invention le laitier de base pour l'élaboration des aciers inoxydables est composé de 35% à 40% % de  $\text{SiO}_2$ ; de 40% à 45% de  $\text{CaO}$ ; de 5% de  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ; de 5% d' $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; le reste étant formé de quelques % de  $\text{MnO}$  et de  $\text{MgO}$ , et de moins de 1% de  $\text{FeO}$ . Ce laitier ne contient pratiquement pas d'oxyde de fer.

Il est constaté, du fait de la réduction de l'oxyde de zinc par le carbone et des gaz résultant, une augmentation de l'épaisseur du laitier de base qui atteint plusieurs dizaines de centimètres, le laitier sous la forme de mousse enrobant l'électrode d'alimentation en courant. Le moussage de laitier obtenu est maîtrisé et stable.

3

EP 0 829 545 A1

4

**Revendications**

1. Procédé pour réaliser un laitier moussant au-dessus d'un acier inoxydable en fusion dans un four électrique caractérisé en ce que:  
5
  - on introduit dans le laitier, une poudre, contenant dans sa composition au moins un l'oxyde métallique et du carbone,
  - on réduit au moins un oxyde contenu dans la 10 poudre par la réaction de celui ci avec le carbone pour former, dans le laitier des bulles composées essentiellement du métal à l'état gazeux de l'oxyde métallique et de monoxyde de carbone, les bulles contenues dans le laitier 15 générant un laitier sous la forme d'une mousse stable.
2. Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce que l'oxyde métallique est de l'oxyde d'un élément volatil. 20
3. Procédé selon les revendications 1 et 2 caractérisé en ce que l'oxyde métallique est choisi parmi l'oxyde de zinc, l'oxyde de plomb. 25
4. Procédé selon les revendications 1 et 3 caractérisé en ce qu'au moins une partie de la poudre est issue de poussières générées par le four électrique d'élaboration de l'acier. 30
5. Procédé selon les revendications 1 à 4 caractérisé en ce que la poudre est introduite par injection sous un fluide sec. 35
6. Procédé selon les revendications 1 et 5 caractérisé en ce que le fluide est choisi parmi l'azote, l'argon. 40

40

45

50

55



EP 0 829 545 A1

Office européen  
des brevets

## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 97 40 1961

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
X	EP 0 655 508 A (SVILUPPO MATERIALI SPA) 31 mai 1995 * abrégé; revendications; exemple *	1,2	C21C5/54 C21C5/52
X	EP 0 162 679 A (METRO MATERIALS CORP) 27 novembre 1985 * revendications; exemples *	1,2	
X	US 4 528 035 A (SIMPSON JR WILLIAM B ET AL) 9 juillet 1985 * abrégé; revendications; exemples *	1,2	
A	LU 88 577 A (CENTRE RECH METALLURGIQUE) 1 juin 1995		
A	DATABASE WPI Section Ch, Week 7808 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class M24, AN 78-14675A XPO02031889 & JP 53 001 618 A (NISSHIN STEEL CO LTD) 9 janvier 1978 * abrégé *		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6) C21C
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 12 décembre 1997	Examineur Oberwalleney, R
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : thèse ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : état de la technique O : divulgation non écrite P : document intermédiaire			

EPO FORM 1503 (12/92) (PUB/27)

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
 INSTITUT NATIONAL  
 DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
 PARIS

①1 N° de publication : **2 634 787**  
 (à numériser que pour les  
 commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **88 10543**

⑤1 Int Cl<sup>8</sup> : C 22 B 9/10; C 21 C 5/62.

⑫ **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A1

②2 Date de dépôt : 1<sup>er</sup> août 1988.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la  
 demande : BOPI « Brevets » n° 5 du 2 février 1990.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-  
 rentés :

⑦1 Demandeur(s) : *INSTITUT DE RECHERCHE DE LA SIDE-  
 RURGIE FRANCAISE, IRSID. — FR.*

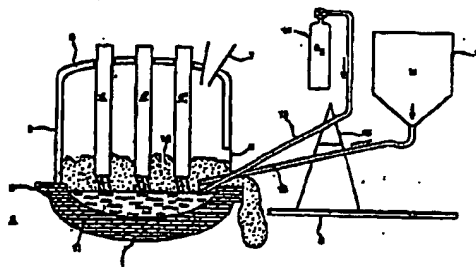
⑦2 Inventeur(s) : Michel Bourge.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : Irsid, chez Techmetal.

⑥4 Procédé d'obtention d'un laitier moussant dans un four électrique d'acierie.

⑥7 Le laitier moussant est obtenu au moyen d'une insufflation d'oxygène au voisinage de l'interface métal-laitier et de l'addition dans le laitier d'un matériau carboné préalablement mélangé à un matériau carbonaté. Ces matériaux sont mélangés dans des proportions telles que l'effet endothermique de l'addition du matériau carbonaté sur l'ensemble métal-laitier est compensé par l'effet exothermique de la combustion du carbone contenu dans le matériau carboné.



FR 2 634 787 - A1

2634787

1

**PROCEDE D'OBTENTION D'UN LAITIER MOUSSANT  
DANS UN FOUR ELECTRIQUE D'ACIERIE**

La présente invention concerne un procédé de formation, au cours de l'élaboration d'acier liquide dans un four électrique d'aciérie, d'un laitier du type communément désigné par les termes "laitier moussant".

Un laitier moussant est caractérisé par la présence en son sein de multiples petites bulles de gaz qui augmentent considérablement son volume. Pour que cet état physique du laitier soit stable, il est nécessaire que les bulles soient formées en permanence.

La pratique consistant à effectuer l'élaboration de l'acier liquide au four électrique en présence d'un tel laitier moussant s'est largement répandue durant les dix dernières années. Par rapport à un laitier classique, un laitier moussant présente en effet de nombreux avantages. Sa principale propriété est de permettre l'immersion complète dans le laitier de l'arc électrique grâce auquel l'énergie est communiquée au bain d'acier. Ainsi, le rayonnement de l'arc en direction des parois du four est fortement diminué. Il s'ensuit des avantages techniques et économiques bien connus qui seront rappelés par la suite.

La formation permanente au sein du laitier des petites bulles de gaz peut être assurée de diverses manières :

- Il est possible de profiter de la décarburation du bain d'acier liquide. Les grosses bulles de CO, issues du métal et traversant le laitier, entraînent avec elles une pellicule de métal liquide. Lorsque les bulles parviennent à l'interface laitier-atmosphère, elles éclatent, et la pellicule de métal retourne au sein du laitier sous forme de fines gouttelettes. Le carbone contenu dans ces gouttelettes réagit alors avec les oxydes du laitier les plus facilement réductibles, tels que les oxydes de fer ou de manganèse. Ainsi, les gouttelettes sont le siège de la formation de nombreuses petites bulles de CO qui permettent d'entretenir le moussage du laitier. Pour que ce mécanisme soit possible, il est cependant nécessaire que le laitier soit riche en oxydes aisément réductibles (qu'il contienne, par exemple, de l'ordre de 20 % d'oxydes de fer), et que la décarburation de l'acier liquide soit intense. Cette dernière

2634787

2

condition est spontanément réalisée lorsque le métal n'est pas désoxydé et que sa teneur en carbone est supérieure à environ 0,15 %. En deçà de cette valeur, la décarburation doit être accentuée par une insufflation d'oxygène dans l'acier liquide.

5 - Une autre façon connue de former de petites bulles au sein du laitier est d'ajouter à celui-ci du carbone, par exemple sous forme de charbon. Le carbone réagit avec les oxydes réductibles du laitier pour former du CO. La matière carbonée peut être introduite dans le four par gravité, auquel cas elle a tendance à se déposer préférentiellement sur la surface du laitier. Son introduction par une lance plongeant dans le laitier permet un meilleur mélange entre le carbone et le laitier, et augmente l'efficacité de l'opération de mous-  
10 sage. Ce brassage du laitier peut être accentué par les grosses bulles de CO issues d'une décarburation du métal, celle-ci pouvant être obtenue au moyen d'une insufflation d'oxygène à l'interface métal-laitier. Mais lorsque la teneur en carbone du métal liquide approche le niveau désiré pour l'acier à produire et qu'une décarburation intense du bain n'est donc plus souhaitée, le moussage du laitier doit être entretenu par des additions de matières carbonées dans le laitier. Toute-  
15 fois, cette pratique n'est pas sans inconvénients. La réaction de combustion du carbone est exothermique et produit 4,2 MJ/kg de CO formé. L'addition de matières carbonées au laitier se traduit donc par un apport d'énergie appréciable à l'ensemble de la charge. Mais le charbon, qui est le produit le plus classiquement utilisé, est d'un coût relativement élevé, d'autant plus qu'il doit se présenter avec une granulométrie infé-  
20 rieure à 5 mm et être sec, pour que son addition au moyen d'un distributeur de poudres de type classique soit possible. Des produits carbonés riches en cendres et peu coûteux, tels que les résidus de laveries de charbon, et présentant les caractéristiques physiques précédentes, pourraient être substi-  
25 tués au charbon. Mais par rapport à celui-ci, ces produits, plus pauvres en carbone, provoquent un moussage moins intense,

30  
35

2634787

3

à quantités ajoutées égales.

Par ailleurs, la réaction du carbone avec le laitier est lente, et, souvent, n'est pas achevée au moment où le métal liquide doit être coulé en poche. Le brassage intense en poche de l'ensemble métal-laitier provoqué par la coulée, conduit à une brusque accélération de la réaction carbone-laitier, dont les conséquences peuvent être des projections et débordements de métal hors de la poche. Ce moussage peut alors provoquer l'éjection hors de la poche d'une partie du métal et du laitier, mettant ainsi en danger le personnel et le matériel.

Le but de la présente invention est de proposer une méthode économique de réalisation d'un laitier moussant, qui utilise des matières carbonées sans en supporter les inconvénients.

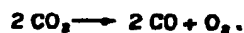
A cet effet, l'invention a pour objet un procédé d'élaboration de l'acier au four électrique selon lequel on forme un laitier moussant au moyen d'une addition dans le laitier d'un matériau contenant du carbone, et d'une insufflation d'oxygène au voisinage de l'interface métal-laitier, caractérisé en ce que le matériau carboné est préalablement mélangé à un matériau carbonaté. De préférence, ces matériaux sont mélangés dans des proportions telles que l'effet endothermique sur l'ensemble métal-laitier de l'addition du matériau carbonaté est compensé par l'effet exothermique de la combustion du carbone contenu dans le matériau carboné.

Dans une forme de réalisation, ce mélange est ajouté au sein du laitier sous forme pulvérulente par insufflation au moyen d'une lance.

Il est en effet connu que l'introduction dans le laitier de matières carbonatées, telles que la castine  $\text{CaCO}_3$ , ou la dolomie  $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ , permet également de générer du CO selon les réactions suivantes (dans le cas de la dolomie) :



et



Ces matières carbonatées sont peu coûteuses, mais leur

2634787

4

inconvenient majeur est l'importante quantité d'énergie nécessaire à leur réchauffage et à leur décomposition, comme le montre l'exemple de la dolomie cité précédemment. Leur addition massive conduit donc à un abaissement sensible de la température du métal et du laitier. Cet abaissement doit alors être compensé par un apport supplémentaire d'énergie électrique pour que la température de coulée visée soit atteinte. Pour toutes ces raisons, les produits carbonatés seuls ne sont pas utilisés pour faire mousser un laitier de four électrique.

Comme on l'aura compris, mélanger, conformément à l'invention, un matériau carbonaté, tel que la castine ou la dolomie, au matériau carboné, tel que le charbon, habituellement utilisé pour faire mousser le laitier, permet de diminuer la quantité de charbon ajoutée sans pour autant diminuer l'intensité du moussage. Un autre intérêt est de pouvoir remplacer tout ou partie du charbon par un matériau carboné plus pauvre en carbone mais de coût sensiblement inférieur, tel que les résidus de laveries de charbon. Dans les deux cas, on peut ainsi réaliser une économie-substantielle sur le coût de l'addition de carbone, en raison du bas prix des matériaux carbonatés qui sont ainsi partiellement substitués au carbone.

Les proportions respectives dans le mélange des matériaux carbonés et carbonatés seront avantageusement calculées de façon que l'apport calorifique à la charge provoqué par l'oxydation du carbone soit au moins en mesure de compenser le refroidissement occasionné par l'introduction du matériau carbonaté. De cette façon, l'introduction du mélange s'effectue sans perte de température de l'ensemble métal-laitier.

D'autres avantages et caractéristiques de l'invention ressortiront de la description suivante donnée en référence à la figure unique annexée, représentant, en coupe verticale longitudinale schématique, un four électrique d'aciérie équipé de lances d'insufflation de matériaux solides et gazeux, permettant la mise en oeuvre de l'invention.

Avant de décrire cette installation plus en détail, on rappelle brièvement les principales conséquences bénéfiques

2634787

5

de l'immersion de l'arc dans un laitier maintenu à l'état moussant. Ce sont d'abord des avantages économiques grâce à :

- une dépense d'énergie électrique moindre, due à l'augmentation du rendement de transfert de chaleur entre l'arc et le métal,

- une usure plus faible des parois réfractaires,

- un moindre vieillissement des parois refroidies.

En outre, la puissance admissible du four, donc sa productivité, peut être augmentée sans affecter le coût des postes précédents. De plus, la possibilité de maintenir un arc électrique d'une grande longueur permet de diminuer la consommation d'électrodes.

Par ailleurs, un laitier moussant peut atteindre un volume et une fluidité tels qu'il suffit d'incliner le four et d'ouvrir sa porte de décrassage pour que la plus grande partie du laitier s'écoule d'elle-même hors du four. Les opérations de décrassage qu'il peut être nécessaire d'effectuer en cours d'élaboration, par exemple pour éliminer le laitier en fin de fusion chargé en oxydes de phosphore, sont ainsi notablement abrégées. En particulier, le décrassage au rabot peut être supprimé, ou n'intervenir qu'en complément d'un décrassage par moussage dans les cas où une élimination complète du laitier est nécessaire. L'auto-décrassage par moussage du laitier permet donc de réduire les pertes en acier liquide habituellement constatées lors d'un décrassage entièrement effectué au rabot, et d'améliorer les conditions de travail.

Sur la figure sont schématisées les parties constitutives essentielles d'un four électrique d'aciérie de configuration classique, à savoir la sole 1 en matériau réfractaire, les parois 2 et la voûte 3, celle-ci étant traversée par les électrodes 4, 4' et 4'' reliées à des moyens de distribution d'électricité non représentés, le bec de coulée 5, la porte de décrassage 6, une goulotte 7 permettant l'introduction dans le four d'éléments d'addition solides, le plancher de travail du personnel 8, et la zone de coulée 9. Le four, représenté ici dans sa position horizontale normale, peut être incliné en direction

2634787

6

du plancher de travail 8 pour réaliser une élimination du laitier 10, la porte de décrassage 6 étant alors en position ouverte. A la fin du traitement du métal liquide 11, le four est incliné en direction de la zone de coulée, et le métal s'écoule par le bec de coulée 5 dans un récipient garni de réfractaires appelé poche, non représenté.

Les moyens nécessaires à la mise en oeuvre de l'invention sont constitués par une lance d'insufflation 12 reliée à une source d'oxygène 16, et par une autre lance d'insufflation 13 reliée à un conteneur tel qu'un distributeur de poudre pneumatique 14 renfermant le mélange pulvérulent M à injecter dans le laitier. Sur la figure 1, ces deux lances sont attenantes à un support habituel en forme de trépied 15 et pénètrent dans le four à travers l'orifice de décrassage, la porte 6 étant en position entr'ouverte. Pendant les périodes de l'élaboration au cours desquelles la décarburation naturelle du bain ne suffit pas à assurer un moussage suffisant du laitier, la lance 12 insuffle de l'oxygène à l'interface métal-laitier de façon à provoquer ou accentuer la décarburation du métal. Les bulles de CO ainsi formées favorisent le moussage du laitier selon le mécanisme exposé précédemment. D'autre part, cet oxygène provoque une oxydation du métal, et ce d'autant plus que la teneur en carbone de ce dernier est plus basse, et les oxydes de fer ainsi formés pénètrent dans le laitier. Simultanément, la lance 13 insuffle à l'intérieur du laitier le mélange matériau carboné - matériau carbonaté précédemment décrit. Comme on l'a vu, ces matériaux vont contribuer au moussage du laitier, le carbone réduisant les oxydes de fer présents dans le laitier (en particulier ceux formés à la suite de l'insufflation d'oxygène) et les carbonates se décomposant en dégageant du CO<sub>2</sub> qui, lui-même, se décompose en partie en CO. Il est particulièrement avantageux d'introduire les deux types de matériaux au moyen de la même lance. D'une part, le dégagement gazeux dû à la décomposition des carbonates assure un brassage du laitier dans la zone même où le carbone réagit. Ceci est favorable à l'accomplissement de la réaction et, conjointement à l'éventuelle diminution



2634787

7

de la quantité de carbone ajoutée, réduit les risques de réactions tardives et violentes dans le laitier au moment de la coulée en poche. D'autre part, la baisse locale de température due à l'introduction des matériaux carbonatés est immédiatement compensée par la chaleur dégagée lors de l'oxydation du carbone qui se produit au même endroit:

A titre d'exemple, on peut mentionner que, pour la pratique habituelle, dans un four électrique d'aciérie de capacité 80 t, la fusion et l'élaboration d'une charge consomment 450 kWh par tonne d'acier (450 kWh/t) sous forme d'énergie électrique. La quantité de laitier surmontant le bain est d'environ 150 kg/t; dont 45 kg/t de chaux introduits volontairement pour augmenter la basicité du laitier. 8 kg/t de charbon sont introduits dans le four préalablement à la fusion des ferrailles. Un moussage permanent du laitier doit être entretenu après que 250 kWh/t aient été apportés au bain. Ce moussage est assuré par l'introduction fractionnée dans le laitier au moyen d'une lance de 3,5 kg/t de charbon, et par l'insufflation d'un total de 15 Nm<sup>3</sup> d'oxygène à l'interface métal-laitier.

Le procédé de moussage du laitier selon l'invention peut être mis en oeuvre en substituant à l'injection de 3,5 kg/t de charbon l'injection de 3 kg/t d'un mélange contenant 40 % de matériau carboné (tel que des résidus de laveries de charbon) et 60 % de matériau carbonaté (tel que de la dolomie crue).

Une conséquence du procédé de moussage selon l'invention est que la quantité de carbone présente dans le laitier est moindre que dans la pratique habituelle. Dans ces conditions, une part plus importante de l'oxygène insufflé à l'interface métal-laitier contribue à la formation de CO et de FeO au sein du métal. Il est possible de tirer parti de cette situation en augmentant la quantité de charbon introduite dans le four avant la fusion. En procédant de la sorte, on obtient au début de la phase de moussage un métal à plus forte teneur en carbone, élément dont l'oxydation en CO contribue par la suite à réchauffer le métal plus rapidement qu'un apport équivalent d'énergie électrique. La productivité du four s'en trouve donc augmentée.

2634787

8

Dans le cas de l'exemple numérique précédent, on propose d'ajouter non plus 8 kg/t, mais 10 kg/t de charbon avant la fusion des ferrailles.

5 Il va de soi que, sans sortir de l'objet de l'invention, des modifications peuvent être apportées à la mise en oeuvre du procédé tel que décrite et représentée. En particulier, les lances d'insufflation peuvent être introduites non à travers l'orifice de décrassage, mais à travers des orifices quelconques ménagés dans les parois ou la voûte du four. Elles peuvent être  
10 supportées par un robot porte-lance. D'autre part, il est envisageable d'ajouter le mélange matériau carboné - matériau carbonaté, non plus au moyen d'une lance, mais par la goulotte 7 réservée à l'introduction des éléments d'addition sous forme de ferro-alliages. De cette façon, les conditions sur l'état  
15 physique du mélange seraient moins contraignantes que dans le cas de l'utilisation d'une lance reliée à un distributeur de poudre pneumatique. En revanche, les réactions risquent d'affecter préférentiellement les couches supérieures du laitier, et dans ce cas, le traitement serait moins efficace que si le mélange  
20 était introduit par lance directement au sein du laitier.

2634787

9

## REVENDEICATIONS

5 1. Procédé d'élaboration de l'acier au four électrique selon lequel on forme un laitier moussant au moyen d'une addition dans le laitier d'un matériau contenant du carbone et d'une insufflation d'oxygène au voisinage de l'interface métal-laitier, caractérisé en ce que le matériau carboné est préalablement mélangé à un matériau carbonaté.

10 2. Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce que lesdits matériaux sont mélangés dans des proportions telles que l'effet endothermique de l'addition du matériau carbonaté sur l'ensemble métal-laitier est compensé par l'effet exothermique de la combustion du carbone contenu dans le matériau carboné.

15 3. Procédé d'élaboration de l'acier selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le mélange matériau carboné - matériau carbonaté est ajouté au sein du laitier sous forme pulvérulente au moyen d'une lance.

20 4. Procédé d'élaboration de l'acier selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le matériau carboné est constitué par du charbon.

5. Procédé d'élaboration de l'acier selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le matériau carboné est un produit riche en cendres, obtenu dans les laveries de charbon.

25 6. Procédé d'élaboration de l'acier selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le matériau carbonaté est de la castine.

7. Procédé d'élaboration de l'acier selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le matériau carbonaté est de la dolomie.

2634787

1/1

